

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-284381

(43)Date of publication of application : 23.10.1998

(51)Int.CI.

H01L 21/027

B05C 11/08

B05D 1/40

G03F 7/16

(21)Application number : 09-088135

(71)Applicant : DAINIPPON SCREEN MFG CO LTD

(22)Date of filing : 07.04.1997

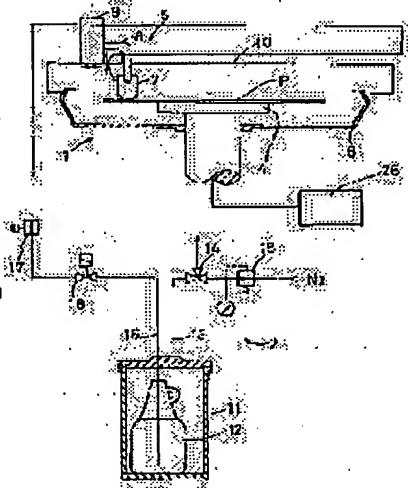
(72)Inventor : KIZAKI KOJI  
TANIGUCHI YOSHIO  
KISE KAZUO

## (54) COATER

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To further suppress consumption of a coating liquid while supplying the coating liquid uniformly onto the surface of a substrate.

**SOLUTION:** The coater for coating the surface of a substrate with coating liquid while spinning the substrate comprises a nozzle section 7, a moving means, an intermittent region coating means, and a motor mechanism 26. The nozzle section 7 can deliver coating liquid to a region a substrate elongated in one direction at a predetermined interval or continuously. The moving means moves the nozzle section 7 relatively to the surface of the substrate in second direction intersecting the first direction. The intermittent region coating means coats the intermittent region of the substrate including the center of rotation thereof with the coating liquid while moving the nozzle section 7 relatively to the surface of the substrate. The motor mechanism 26 spreads the coating liquid from the intermittent region over the entire surface of the substrate by spinning the substrate.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 19.02.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] It is a coater for rotating a substrate and applying coating liquid to a substrate front face, and predetermined spacing is opened in a field long in the 1st direction. Or the coating liquid supply means in which the regurgitation [ coating liquid ] is continuously possible, A migration means to make said coating liquid supply means displaced relatively to said substrate front face in said 1st direction and the 2nd crossing direction, An intermittent field spreading means to apply coating liquid to the intermittent field which includes the center of rotation of said substrate while making said coating liquid supply means displaced relatively to said substrate front face, The coater equipped with a rotation means to make the whole front face of said substrate diffuse the coating liquid which was made to rotate said substrate with which coating liquid was applied to the intermittent field, and was applied to said intermittent field.

[Claim 2] It is the coater according to claim 1 which said intermittent field spreading means repeats the regurgitation of said coating liquid, and a halt during migration of said coating liquid supply means, and forms a long spreading field intermittently in said 2nd direction in said 1st direction by said coating liquid supply means supplying coating liquid to a continuous field long in said 1st direction.

[Claim 3] Said coating liquid supply means is a coater according to claim 2 which has the nozzle which has continuous long slit-like opening in said 1st direction.

[Claim 4] Said coating liquid supply means is a coater according to claim 2 which has the nozzle which has the stoma of a large number arranged by approaching along said 1st direction.

[Claim 5] It is the coater according to claim 1 which said intermittent field spreading means supplies said coating liquid continuously during migration of said coating liquid supply means, and forms a long spreading field in said 2nd direction intermittently in said 1st direction by said coating liquid supply means' opening predetermined spacing in the long field which met in said 1st direction, and supplying coating liquid.

[Claim 6] It is the coater according to claim 1 which said intermittent field spreading means repeats the regurgitation of said coating liquid, and a halt during migration of said coating liquid supply means, and forms an intermittent spreading field in said 1st and 2nd both directions by said coating liquid supply means' opening predetermined spacing in the long field which met in said 1st direction, and supplying coating liquid.

[Claim 7] Said coating liquid supply means is a coater according to claim 5 or 6 which has the nozzle which has two or more slit-like openings intermittently formed in said 1st direction.

[Claim 8] Said coating liquid supply means is a coater according to claim 5 or 6 which has two or more nozzles which arrange in said 1st direction, are arranged in it, and have slit-like opening of predetermined die length, respectively.

[Claim 9] Said coating liquid supply means is a coater according to claim 8 which has further the discharge quantity control means for controlling the coating liquid discharge quantity from said two or more nozzles, respectively.

[Claim 10] Said intermittent field spreading means is a coater according to claim 1 which applies coating liquid to two or more annular intermittent fields of this alignment on said front face of a substrate.

[Claim 11] Said migration means is a coater according to claim 1 which is the thing which makes said

coating liquid supply means displaced relatively in said the 1st direction and said 2nd direction to said substrate front face.

[Claim 12] Said coating liquid supply means has two or more slit-like openings intermittently formed in said 1st direction, respectively, and has the 1st nozzle and the 2nd nozzle which have been put in order and arranged in said 2nd direction. After said intermittent field spreading means forms a long spreading field in the 2nd direction of said substrate intermittently in the 1st direction of said substrate by said 1st nozzle, The coater according to claim 1 which is made to rotate 90 degrees of said substrates, and forms a long spreading field in the 1st direction of said substrate intermittently in the 2nd direction of said substrate by said 2nd nozzle.

[Claim 13] Said coating liquid supply means is a coater given in either of claims 1-12 which is arranged so that said rotation means can be countered.

[Claim 14] A coater given in either of claims 1-12 equipped with the 1st substrate attaching part which can counter said coating liquid supply means and holds said substrate, and the 2nd substrate attaching part which holds and rotates the substrate with which coating liquid was applied with said intermittent field spreading means.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JP0 and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to a coater and the coater which applies coating liquid, such as a photoresist, on the surface of a substrate especially.

[0002]

[Description of the Prior Art] As equipment which applies coating liquid to a substrate front face, the spin coater shown in JP,4-61955,A or JP,1-135565,A is known. In this spin coater, a substrate is held on a pivotable spin chuck and processing liquid is dropped at the center section of a substrate from a nozzle. Then, while rotating a substrate with a spin chuck and making the whole substrate front face diffuse the coating liquid of a substrate surface center section according to a centrifugal force, excessive coating liquid is shaken off out of a substrate so that the film of the coating liquid on a substrate may serve as desired thickness. Thereby, coating liquid is applied to the whole substrate front face. In addition, according to a centrifugal force, the coating liquid shaken off from the center of a substrate disperses around, and is collected after spreading processing termination.

[0003] In such a conventional spin coater, since coating liquid disperses to the perimeter of a substrate, more coating liquid than the amount of coating liquid required to form the film in a substrate front face must be supplied. Consequently, the consumption of coating liquid increases. Then, as shown in JP,7-284715,A, by scanning a substrate front face with a slit nozzle etc., coating liquid is supplied to the predetermined range a little smaller than the whole region on the front face of a substrate comparatively thinly, this substrate is rotated and the technique of making the whole substrate front face diffusing said coating liquid is also offered after that.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] According to the above techniques, since coating liquid is supplied to the beforehand comparatively large field, it is not necessary to apply coating liquid to a substrate side and to open it by rotation of a substrate, therefore supply of coating liquid can be lessened thinly, and consumption of coating liquid can be held down. However, reduction of the further consumption is called for by the amount of the coating liquid which disperses to the perimeter of a substrate according to a centrifugal force not few also with such a technique.

[0005] The technical problem of this invention is to stop the consumption of coating liquid further as compared with conventional equipment, supplying coating liquid to a substrate front face at homogeneity.

[0006]

[Means for Solving the Problem] A coater according to claim 1 is a coater for rotating a substrate and applying coating liquid to a substrate front face, and is equipped with the coating liquid supply means, the migration means, the intermittent field spreading means, and the rotation means. A coating liquid supply means opens predetermined spacing in a field long in the 1st direction, or is a means in which the regurgitation [coating liquid] is continuously possible. A migration means is a means to make a coating liquid supply means displaced relatively to a substrate front face in the 1st direction and the 2nd crossing direction. An intermittent field spreading means is a means to apply coating liquid to an intermittent field including the center of rotation of a substrate, making a coating liquid supply means displaced relatively to a substrate front face. A rotation means is a means to diffuse the coating liquid which was made to rotate the substrate with which coating liquid was applied to the intermittent field, and was applied to the intermittent field on the surface of [whole] a substrate.

[0007] With this equipment, by the coating liquid supply means, predetermined spacing is opened in a field long in the 1st direction in a substrate front face, or coating liquid is supplied continuously. And this coating liquid supply means is made displaced relatively to a substrate in the 1st direction and the 2nd crossing direction. When spacing is opened in the 1st direction and coating liquid is supplied at this time, a spreading field long in the 2nd direction is intermittently formed in the 1st direction by supplying coating liquid continuously in the case of relative displacement. Moreover, when coating liquid is continuously supplied in the 1st direction, a spreading field long in the 1st direction is intermittently formed in the 2nd direction by supplying coating liquid intermittently in the case of relative displacement. In addition, coating liquid is supplied to the center of rotation of the substrate at the time of rotating a substrate with a rotation means in any case.

[0008] Thus, the substrate with which coating liquid was applied to the intermittent field is rotated, and the whole substrate front face is made to diffuse coating liquid in homogeneity. Here, since coating liquid is supplied to an intermittent field, as compared with a case given in said official report which supplies coating liquid to all range a little smaller than the whole region on the front face of a substrate, it is possible to lessen consumption of coating liquid further. Moreover, the coating liquid supplied on the substrate is applied also to the field which is not supplied on a substrate by rotation of a substrate, can be opened, and is applied uniformly.

[0009] A coater according to claim 2 supplies coating liquid to the continuous field where a coating liquid supply means is long in the 1st direction in the equipment of claim 1. Moreover, during migration of a coating liquid supply means, an intermittent field spreading means repeats the regurgitation of coating liquid, and a halt, and forms a long spreading field intermittently in the 2nd direction in the 1st direction. It is possible to lessen consumption for coating liquid further similarly also in this case as compared with said case where coating liquid is supplied to all range smaller than the whole region on the front face of a substrate.

[0010] The coater according to claim 3 has the nozzle to which a coating liquid supply means has continuous long slit-like opening in the 1st direction in the equipment of claim 2. In this case, since coating liquid is supplied by the nozzle which has continuous slit-like opening, variation in the amount of supply of the coating liquid in the 1st direction can be lessened, and coating liquid can be supplied to

homogeneity by the substrate front face.

[0011] The coater according to claim 4 has the nozzle which has the stoma of a large number arranged by a coating liquid supply means approaching along the 1st direction in the equipment of claim 2. In this case, as compared with continuous slit-like opening, the consumption of coating liquid can be stopped more.

[0012] A coating liquid supply means opens predetermined spacing in the long field to which the coater according to claim 5 met in the 1st direction in the equipment of claim 1, and supplies coating liquid. Moreover, an intermittent field spreading means supplies coating liquid continuously during migration of a coating liquid supply means, and forms a long spreading field in the 2nd direction intermittently in the 1st direction. In this case, although coating liquid will be applied to the intermittent field of the case of claim 2, and hard flow, the consumption of coating liquid can be stopped similarly.

[0013] A coating liquid supply means opens predetermined spacing in the long field to which the coater according to claim 6 met in the 1st direction in the equipment of claim 1, and supplies coating liquid, and during migration of a coating liquid supply means, an intermittent field spreading means repeats the regurgitation of coating liquid, and a halt, and forms an intermittent spreading field in the 1st and 2nd both directions. In this case, since a spreading field is intermittently formed in the 1st and 2nd both directions, while being able to apply to homogeneity by the front face of a substrate, the consumption of coating liquid can be stopped more.

[0014] The coater according to claim 7 has the nozzle which has two or more slit-like openings by which the coating liquid supply means was intermittently formed in the 1st direction in claim 5 or the equipment of 6. In this case, since two or more slit-like openings are prepared in one nozzle, while opening spacing easily and being able to supply coating liquid, the amount of supply from each opening is easily made to homogeneity.

[0015] As for the coater according to claim 8, it has two or more nozzles for which a coating liquid supply means is put in order in the 1st direction, is arranged, and has slit-like opening of predetermined die length in claim 5 or the equipment of 6, respectively. In this case, the amount of supply of the coating liquid of the 1st direction, such as making [ many ] the amount of supply for example, near a core as compared with a circumference part, is easily controllable by adjusting the configuration of opening of each nozzle etc.

[0016] The coater according to claim 9 has further the discharge quantity control means for a coating liquid supply means to control the coating liquid discharge quantity from two or more nozzles, respectively in the equipment of claim 8. In this case, even if the configuration of opening of each nozzle etc. is the same, the amount of supply is controllable.

[0017] A coater according to claim 10 is set to the equipment of claim 1, and an intermittent field spreading means applies coating liquid to two or more annular intermittent fields of this alignment on the front face of a substrate. In this case, when rotating a substrate like backward and diffusing coating liquid, homogeneity can be made to diffuse coating liquid more easily. A coater according to claim 11 makes a coating liquid supply means, as for a migration means, displaced relatively in the 1st direction and 2nd direction to a substrate front face in the equipment of claim 1.

[0018] In this case, a coating liquid supply means is made displaced relatively to a substrate, and a spreading field can be formed so that it may draw. Therefore, it can perform applying coating liquid to two or more annular intermittent fields of this alignment etc. free. It has the 1st nozzle and the 2nd nozzle which a coating liquid supply means has two or more slit-like openings intermittently formed in the 1st direction, respectively in the equipment of claim 1, and the coater according to claim 12 arranged in the 2nd direction, and have been arranged. And after an intermittent field spreading means forms a long spreading field in the 2nd direction of a substrate intermittently in the 1st direction of a substrate by the 1st nozzle, it rotates 90 degrees of substrates and forms a long spreading field in the 1st direction of a substrate intermittently in the 2nd direction of a substrate by the 2nd nozzle.

[0019] Here, the die length of opening of the 1st nozzle and the die length of opening of the 2nd nozzle

can be adjusted, and the width of face of the spreading field of a substrate can be changed by length and its side. The coating liquid supply means is arranged so that a coater according to claim 13 can counter a rotation means in one equipment of claims 1-12. In this case, since a substrate can be made to be able to hold for a rotation means, coating liquid can be applied to an intermittent field and diffusion by spreading and rotation of an intermittent field can be performed on one stage, the tooth space of the whole equipment becomes small.

[0020] The coater according to claim 14 is equipped with the 1st substrate attaching part which can counter a coating liquid supply means and holds a substrate, and the 2nd substrate attaching part which holds and rotates the substrate with which coating liquid was applied with an intermittent field spreading means in one equipment of claims 1-12. In this case, diffusion by spreading and rotation of an intermittent field is performed in somewhere else respectively. That is, spreading to a substrate will be performed by two stages. For this reason, the processing time in one stage becomes short, and the whole throughput improves.

[0021]

[Embodiment of the Invention]

In [1st operation gestalt] drawing 1, the coater with which the 1st operation gestalt of this invention was adopted is mainly equipped with the processing section 1, the resist liquid feeding section 2, and the motor style 26. In this coater, a photoresist (it is only hereafter described as resist liquid) is applied to glass substrate P of a rectangle as shown in drawing 2, and coating processing is performed.

[0022] The processing section 1 is equipped with the substrate attaching part 4 which carries out vacuum adsorption and can hold Substrate P horizontally, and the resist liquid feed zone 5 which supplies resist liquid to the substrate P held at the substrate attaching part 4. The substrate attaching part 4 can be rotated freely and the motor style 26 carries out level rotation. Around the substrate attaching part 4, the cup 6 for preventing scattering of the resist liquid at the time of rotation is arranged.

[0023] The resist liquid feed zone 5 has the nozzle section 7 prolonged along the top face of Substrate P in the direction of a shorter side of Substrate P (the depth direction of drawing 1; the 1st direction), as shown in drawing 2 and drawing 3. As the nozzle section 7 is shown in drawing 4, a cross section is a handstand house type member. From the longitudinal direction both ends of Substrate P, the base of the nozzle section 7 inclines so that it may become low toward a center. Moreover, the nozzle section 7 has the slit (opening) 20 of die length shorter than the shorter side die length of Substrate P, and is being fixed to the lower limit of the nozzle support arm 8, the upper limit section of the nozzle support arm 8 — the migration frame 9 — the upper and lower sides — it is supported movable. The migration frame 9 is supported by the migration guide 10 movable. The migration guide 10 is prolonged along with the longitudinal direction (the longitudinal direction of drawing 1; the 2nd direction) of Substrate P.

[0024] As shown in drawing 4, in the nozzle section 7 interior, eye 31 a liquid pool with width of face wider than a slit 20 is formed in the middle of the slit 20. Eye 31 this liquid pool is for making the longitudinal direction (the depth direction of drawing 4) of the nozzle section 7 diffuse in homogeneity the resist liquid supplied from the resist liquid charging line 16 (after-mentioned). The resist liquid feeding section 2 has the pressure tank 11 with which the carboy 12 which stored resist liquid was contained, and the closure of the interior was carried out airtightly, as shown in drawing 1. The pressurization piping 13 for which the nitrogen gas pressurized from the source of nitrogen gas which is not illustrated is supplied to the upper part of a pressure tank 11 is carrying out opening. In the middle of the pressurization piping 13, the cross valve 14 for feeding and discarding and the regulator 15 are arranged sequentially from [ this ] the pressure tank 11 side. In addition, a cross valve 14 can choose whether nitrogen gas is supplied to a pressure tank 11, or it exhausts else. As for the resist liquid charging line 16, the end has reached near the base of a carboy 12, and the other end is connected to the nozzle section 7. In the middle of the resist liquid charging line 16, the resist liquid supply valve 18 and the suck back bulb 17 are arranged in this order from the carboy 12 side.

[0025] Furthermore, this coater is equipped with the control section 23 which consists of a microcomputer as shown in drawing 5. The mechanical component of the substrate attaching part 4, the nozzle support arm 8, and the migration frame 9, the cross valve 14 for feeding and discarding, the resist liquid supply valve 18, the suck back bulb 17, and the motor style 26 are connected to the control section 23. Furthermore, various sensors (not shown), such as a sensor which detects the location of the nozzle support arm 8 or the migration frame 9, and other I/O devices are connected to the control section 23.

[0026] It explains according to the control flow chart which shows actuation of a coater to drawing 6 and drawing 7. Initial setting of the whole coater is performed at step S1. Next, it waits to shift to step S2 and for the conveyance device which is not illustrated to carry in Substrate P to a coater. If Substrate P is carried in, it will shift to step S3 and vacuum adsorption of the substrate P will be carried out by the substrate attaching part 4.

[0027] Then, coating processing is performed by step S4. By coating processing, as shown in drawing 7, the nozzle section 7 is first moved to a start location at step S10. Here, the nozzle section 7 is arranged in the dotted-line location (namely, location which carried out predetermined distance penetration from the left end of Substrate P at Substrate P side) shown in drawing 8. At this time, from Substrate P, the base of the nozzle section 7 opens a predetermined clearance, and is arranged. At step S11, horizontal migration of the nozzle section 7 is carried out to the longitudinal direction of Substrate P. And in step S12, the regurgitation of the resist liquid from a slit 20 and a halt are repeated with a predetermined period, moving the nozzle section 7. By this, resist liquid will be intermittently supplied to Substrate P. Discharging of resist liquid is performed by switching to a cross valve 14 supply-side; opening the resist liquid supply valve 18 further, and supplying resist liquid to the nozzle section 7 from a carboy 12. Moreover, a halt of the regurgitation of the resist liquid in this step S12 is performed by closing the resist liquid supply valve 18. In addition, in consideration of the dimension of the longitudinal direction of Substrate P, the passing speed of the nozzle section 7, the repeat period of the regurgitation and a halt, and regurgitation time amount, when supplying resist liquid in this step S12, it controls so that resist liquid is surely supplied to the center of rotation (O of drawing 8) of Substrate P.

[0028] By performing such processing, as shown in drawing 8, the long spreading field C is intermittently formed in the direction of a shorter side of Substrate P at the longitudinal direction of Substrate P. That is, resist liquid is supplied to an intermittent field including the center of rotation O of Substrate P. At step S13, it waits to arrive at the right end of the spreading field where it moved in as the nozzle section 7 showed drawing 8 by the arrow head, and Substrate P was set up beforehand. If the nozzle section 7 arrives at the right end of Substrate P, while shifting to step S14 and switching a cross valve 14 to an exhaust side, the resist liquid supply valve 18 is closed and supply of resist liquid is suspended completely. Migration of the nozzle section 7 is stopped at step S15. And at step S16, as shown in drawing 3, the nozzle section 7 is evacuated to the evacuation location of the right end slanting upper part of Substrate P.

[0029] Next, the motor style 26 is driven in step S17, and the substrate attaching part 4 is rotated with a predetermined rotational speed in the condition which shows in drawing 3. At step S18, it waits for the predetermined rotation processing time to pass. In the meantime, according to a centrifugal force, it moves in the direction of a periphery, as a result, resist liquid spreads throughout the front face of Substrate P, and resist liquid diffuses the resist liquid supplied to the intermittent field of Substrate P also to fields other than an intermittent field. Next, it shifts to step S19 from step S18, rotation of the motor style 26 is suspended, and it returns to the main routine of drawing 6.

[0030] At step S5 of drawing 6, adsorption of the substrate P by the substrate attaching part 4 is canceled. At step S6, it waits to discharge for the next processing of Substrate P of the conveyance device which is not illustrated. If Substrate P is taken out, it will wait to carry in return and the following substrate P to step S2. In addition, in this operation gestalt, it may be made to perform pull back actuation of the resist liquid by the suck back bulb 17 for every halt of the periodic regurgitation in step

S12, and to carry out only at the time of a regurgitation halt at step S14 at step S12, without carrying out.

[0031] [Modification(s)]

(a) The repeat period of the regurgitation and a halt of the resist liquid in step S12 of drawing 7 may be changed with the location of Substrate P. In the example shown in drawing 9, width of face of the spreading field C0 in the center section of Substrate P is enlarged as compared with the periphery. That is, even if it supplies comparatively a lot of resist liquid to a central part, there are few amounts which disperse in the substrate exterior according to a centrifugal force. However, the resist liquid supplied to the circumference part tends to disperse in the exterior of a substrate. So, in the example shown in this drawing 9, the center section makes the amount of supply of resist liquid so few [, and ] that it goes to a periphery. Therefore, the width of face of each spreading field serves as the spreading field C0> spreading field C1> spreading field C2> spreading field C3.

[0032] In such an example, resist liquid can be more efficiently applied to the whole substrate P, and the consumption of resist liquid can be stopped more.

(b) Although the slit 20 prolonged in the direction of a shorter side of a substrate was formed in the nozzle section 7 in said example, as shown in drawing 10 (a), it may replace with a slit and the nozzle section 40 which has two or more stomata 41 arranged by approaching along the direction of a shorter side of a substrate may be used. Moreover, as shown in drawing 10 (b), it is good for the direction center section of a shorter side of a substrate also as the nozzle section 40 which has two or more stomata 41 for a slit 20 on the both sides. In addition, drawing 10 (a) and (b) are drawings which looked at the nozzle section 40 from the base, and the arrow head M shows the migration direction of the nozzle section 41.

[0033] The nozzle section 50 applied to the coater by the 2nd operation gestalt of this invention at [2nd operation gestalt] drawing 11 is shown. In this example, the nozzle section 50 has two or more slits 51 along that extending direction (the direction of a shorter side of a substrate). Here, each die length of each slit 51 is the same.

[0034] By supplying resist liquid using such the nozzle section 50, as shown in drawing 12, the long spreading field C can be intermittently formed in the direction of a shorter side at the longitudinal direction of Substrate P. Drawing 11 and the arrow head M in 12 show the migration direction of the nozzle section 50. In addition, when using such the nozzle section 50, in step S12 of drawing 7 in a previous example, the regurgitation of the resist liquid is carried out continuously. Other processings are the same as a previous example. Of course, also in this example, a slit 51 is arranged so that resist liquid may surely be supplied to the center of rotation O of Substrate P.

[0035] [Modification(s)]

(a) The die length of each slit of the nozzle section 50 is changed, and you may make it the width of face of the spreading field of a center section become large as mentioned above as a modification of this 2nd operation gestalt as compared with the width of face of the spreading field of a periphery.

(b) When applying resist liquid to an intermittent field as shown in drawing 12, as shown in drawing 13 (a), each may arrange two or more nozzle sections 60a, 60b, 60c, 60d, and 60e which have the above slits 51 side by side in the direction of a shorter side of a substrate. In this case, it is desirable to connect the resist liquid supply valve 61 with nozzle section 60c of a center section, to connect the resist liquid supply valve 62 with one pair of nozzle sections 60b and 60d of pars intermedia, to connect the resist liquid supply valve 63 with one pair of outermost nozzle sections 60a and 60e, and to enable it to control the amount of the resist liquid supplied to each nozzle sections 60a-60e according to an individual.

[0036] Of course, a resist liquid supply valve is connected with each of each nozzle section, and you may enable it to control the resist liquid amount of supply to all the nozzle sections according to an individual.

(c) As shown in drawing 13 (b), you may use for a center section combining 60f of nozzle sections which

have a slit 51, and 60g of nozzle sections which have two or more stomata 41 in a both-ends side. [0037] (d) An intermittent spreading field can be formed in the both directions of the 1st direction and the 2nd direction using the nozzle sections 50 and 60 of this 2nd operation gestalt by repeating the regurgitation of resist liquid, and a halt periodically like the 1st operation gestalt. Moreover, you may make it repeat the regurgitation and a halt for the both or either periodically using the nozzle sections 60f and 60g.

[0038] The [3rd operation gestalt] Although the long spreading field of an one direction was intermittently formed in the other directions with said 1st and 2nd operation gestalt, the ring domain of this alignment is intermittently formed with this operation gestalt. The configuration of the nozzle section in this case is shown in drawing 14. Rotation of the nozzle section 70 shown in this drawing is attained centering on the center of rotation O of Substrate P, and it is prolonged for a long time in radial. And two or more slits 71a, 71b, 71c, and 71d are arranged along the direction where the nozzle section 70 is prolonged at the pars basilaris ossis occipitalis. Slit 71a is arranged so that the center of rotation O may be included, and the die length of each slit is short as it goes to a periphery. That is, the die length of a slit is slit 71a> slit 71b> slit 71c> slit 71d. In addition, the nozzle section 70 is freely movable so that it may not become conveyance of Substrate P etc. with hindrance, and the location evacuated from the upper part of Substrate P and the location shown in drawing 14 can be taken.

[0039] The intermittent spreading field which is made to rotate such the nozzle section 70 and is obtained is shown in drawing 15. the spreading field C0 — slit 71a — the spreading field C1 — by slit 71c, of slit 71d, resist liquid is supplied by slit 71b and the spreading field C2 is formed for the spreading field C3 with b. In addition, although it will separate from the front face of a substrate in a part for the long side of a substrate slit 71d which forms a field C3, it is desirable to prepare a valve etc. so that only supply of the resist liquid from slit 71d can be suspended in the meantime.

[0040] With such an operation gestalt, since two or more annular spreading fields are formed in this alignment, by rotation, it is easy to diffuse the resist liquid of each spreading field, and can apply to homogeneity more at little resist liquid.

#### [Modification(s)]

(a) As shown in drawing 16, two or more annular spreading fields can also be formed in this alignment using the two nozzle sections 75 and 76. In this example, the 1st nozzle section 75 is formed so that it may extend in the direction of a shorter side of Substrate P, and it is movable to the longitudinal direction of Substrate P in the substrate P upper part. Moreover, the 2nd nozzle section 76 is formed so that it may extend in the longitudinal direction of Substrate P, and it is movable in the direction of a shorter side of Substrate P in the substrate P upper part. And the 1st nozzle section 75 has two or more slits 75a-75c arranged along the direction of a shorter side of Substrate P. Slit 75a of a center section has the longest die length, subsequently to this 1 pair of slit 75b of the pars intermedia which adjoins it is long, and 1 pair of slit 75c of a periphery is the shortest most. That is, the die length of each slit is slit 75a>1 pair slit 75c [ slit 75b>1 pair ]. Moreover, the 2nd nozzle section 76 has the slits 76b and 76c of one pair of each which has been arranged along with the longitudinal direction of Substrate P, the die length of slit 76b of a central site is the same as the die length of slit 75b of the 1st nozzle section 75, and the die length of outside slit 76c is the same as the die length of slit 75c of the 1st nozzle section 75.

[0041] And to each slit, the resist liquid supply valve (not shown) is connected according to the individual, and the supply timing of the resist liquid from each slit can be controlled now. When forming an annular spreading field by such the nozzle section, the supply timing of the resist liquid from each slit is controlled moving the 1st nozzle section 75 to the longitudinal direction of Substrate P, as first shown in drawing 17 (a), and a long spreading field is intermittently formed in the direction of a shorter side at the longitudinal direction of a substrate. In this case, it is the longest in the outermost spreading field, and is long to that degree in the spreading field of pars intermedia, and the spreading field of a center section is shortened most. Next, the supply timing of the resist liquid from each slit is controlled moving

the 2nd nozzle section 76 in the direction of a shorter side of Substrate P, as shown in drawing 17 (b), and a long spreading field is intermittently formed in the direction of a shorter side of Substrate P at the longitudinal direction of Substrate P. Of these spreading fields, the spreading field C0 of a center section, the annular spreading field C1 of pars intermedia, and the annular spreading field C2 of the periphery section are formed in this alignment. And the width of face is narrow as each spreading field goes outside.

[0042] (b) An annular intermittent spreading field as shown in drawing 17 (b) can be formed also by the one nozzle section. Namely, the supply timing of the resist liquid from each slits 75a-75c is controlled moving the nozzle section 75 to the longitudinal direction of Substrate P first, as shown in drawing 18 (a), and a long spreading field is intermittently formed in the direction of a shorter side of Substrate P at the longitudinal direction of Substrate P. Next, 90 degrees of substrates P are rotated. This condition is shown in drawing 18 (b). Next, with the point, the supply timing of resist liquid is controlled moving the nozzle section 75 to hard flow, and a spreading field is formed so that the spreading field formed previously may be connected.

[0043] Thereby, two or more of the almost same annular spreading fields as the example of drawing 17 can be formed in this alignment.

(c) Moreover, as shown in drawing 19 , two or more annular spreading fields can also be formed in X and the direction of Y in the substrate upper part at this alignment using the nozzle section 80 which has the slit 81 of movable and predetermined width of face. That is, the spreading field C0 including the center of rotation O of a substrate, the spreading field C1 of the perimeter, and the spreading field C2 of the periphery section can be formed in this alignment by making it move so that the nozzle section 80 may be drawn along with the arrow head of drawing.

[0044] (d) Moreover, a spreading field can be formed in this alignment also by rotating 180 degrees of substrates P, making the location passing through the upper part of the center of rotation O of Substrate P stop the nozzle section 50 shown in drawing 11 in the 2nd operation gestalt, preparing, and breathing out liquid from the nozzle section 50. Furthermore, the nozzle section 50 shown in drawing 11 is made into the thing of the half die length, the location passing through the upper part of the center of rotation O of Substrate P is stopped, and a spreading field can be formed in this alignment also by rotating 360 degrees of substrates P.

[0045] The 4th operation gestalt is shown in [4th operation gestalt] drawing 20 . In this example, it has the two nozzle sections 83 and 84 on a par with the longitudinal direction of Substrate P. The 1st nozzle section 83 has two slits 83a and 83b along the direction of a shorter side of Substrate P, and the 2nd nozzle section 84 has three slits 84a, 84b, and 84c along the direction of a shorter side of Substrate P. It shifts and slit 83a and slit 84a are arranged, although a part laps in the longitudinal direction of a substrate. Moreover, the same is said of the relation between slit 83b and slit 84c. Moreover, slit 84b is formed in the center section of the direction of a shorter side of Substrate P. And the width-of-face (die length) dimension of each slit is as follows.

[0046] slit 84b> slit 84a=84c> slit 83a=83b — with such an operation gestalt, a long spreading field is intermittently formed in the direction of a shorter side of Substrate P at the longitudinal direction of Substrate P only using the 1st nozzle section 83, moving the 1st and 2nd nozzle sections 83 and 84 to the longitudinal direction (the direction of arrow-head M of drawing 20 ) of a substrate first. Next, 90 degrees of substrates P are rotated, and a long spreading field is intermittently formed in the direction of a shorter side of a substrate at the longitudinal direction of Substrate P only using the 2nd nozzle section 84, moving said both nozzle sections 83 and 84 to hard flow (the direction of an arrow head of drawing 21 ) with the point.

[0047] Thus, the intermittent spreading field formed is shown in drawing 21 . In drawing, the field shown as a continuous line is a spreading field formed of the 1st nozzle section 83, and the field shown with an alternate long and short dash line is a spreading field which should be formed of the 2nd nozzle section 84. In this case, the width of face and the location of the spreading field of a longitudinal direction and

the spreading field of the direction of a shorter side in Substrate P are controllable according to an individual by changing the slit of the nozzle section.

[0048] The [5th operation gestalt] Although it was made to perform the process which makes Substrate P rotate the process and Substrate P which apply resist liquid, and diffuses resist liquid on one stage with said each operation gestalt, it may be made to perform these on a separate stage. This example is shown in drawing 22. The equipment shown in drawing has the spreading processing stage 85 and the rotatory diffusion stage 86. And the carrier robot (not shown) for conveying a substrate among each of these stages is formed.

[0049] The spreading processing stage 85 has the nozzle section 7 as shown with said 1st operation gestalt, and the substrate supporting structure 90. The substrate supporting structure 90 here does not rotate. The nozzle section 7 is movable in the direction of an arrow head of drawing along the front face of the substrate supporting structure 90. Moreover, each equipment for supplying resist liquid which was mentioned above to the nozzle section 7 is connected with this nozzle section 7.

[0050] Moreover, the rotatory diffusion stage 86 holds a substrate and has the pivotable substrate slewing gear 91. This substrate slewing gear 91 is rotated by the rolling mechanism of the motor which is not illustrated. With such equipment, resist liquid is applied to an intermittent field which was mentioned above on the spreading processing stage 85. And the substrate with which resist liquid was applied to this intermittent field is conveyed on the rotatory diffusion stage 86, a substrate rotates on this stage, and the resist liquid applied to the intermittent field diffuses on the whole substrate front face.

[0051] Here, as compared with the case where spreading and rotation are performed, the processing time in each stage becomes short on one stage. Therefore, the throughput of equipment improves and the whole processing time is shortened.

[0052]

[Effect of the Invention] As mentioned above, according to this invention, the consumption of coating liquid can be stopped as compared with conventional equipment.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

- [Drawing 1] The block mimetic diagram of the coater by the 1st operation gestalt of this invention.
- [Drawing 2] The partial perspective view of the nozzle section at the time of spreading processing.
- [Drawing 3] The outline front view showing one condition at the time of spreading processing.
- [Drawing 4] The IV-IV sectional view of drawing 2.
- [Drawing 5] The block mimetic diagram showing the control configuration of a coater.
- [Drawing 6] The control flow chart of a coater.
- [Drawing 7] The control flow chart of a coater.
- [Drawing 8] The top view showing one condition at the time of spreading processing.
- [Drawing 9] The top view of the substrate in which the spreading condition by the modification of the 1st operation gestalt is shown.

[Drawing 10] The bottom view of the nozzle section by other modifications of the 1st operation gestalt of this invention.

[Drawing 11] The bottom view of the nozzle section by the 2nd operation gestalt of this invention.

[Drawing 12] The top view of the substrate in which the spreading condition by said 2nd operation gestalt is shown.

[Drawing 13] The mimetic diagram of the nozzle section by the modification of said 2nd operation gestalt.

[Drawing 14] The top view of the nozzle section by the 3rd operation gestalt of this invention.

[Drawing 15] The top view of the substrate in which the spreading condition by said 3rd operation gestalt is shown.

[Drawing 16] The top view of the nozzle section by the modification of said 3rd operation gestalt.

[Drawing 17] The top view of the substrate in which the spreading condition by the modification of said 3rd operation gestalt is shown.

[Drawing 18] The top view showing the nozzle section and the spreading condition by another modification of said 3rd operation gestalt.

[Drawing 19] The top view showing the nozzle section and the spreading condition by still more nearly another modification of said 3rd operation gestalt.

[Drawing 20] The nozzle section by the 4th operation gestalt of this invention, and the top view of a substrate.

[Drawing 21] The top view of the spreading condition by said 4th operation gestalt.

[Drawing 22] The transverse-plane mimetic diagram of the coater by the 5th operation gestalt of this invention.

[Description of Notations]

1 Processing Section

4 Substrate Attaching Part

5 Resist Liquid Feed Zone

7, 40, 50, 60a-60e, 70, 75, 76, 80 and 83, 84 nozzle sections

18, 61, 62, 63 Resist liquid supply valve

20, 51, 71a-71d, 75a-75c, 76b, 76c, 80a, 83a, 83b, 84a-84c Slit

23 Control Section

90 Substrate Supporting Structure

91 Substrate Slewing Gear

---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号:

特開平10-284381

(43)公開日 平成10年(1998)10月23日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
H 01 L 21/027  
B 05 C 11/08  
B 05 D 1/40  
G 03 F 7/16

識別記号  
502

F I  
H 01 L 21/30  
B 05 C 11/08  
B 05 D 1/40  
G 03 F 7/16

5 6 4 C  
A  
5 0 2

審査請求 未請求 請求項の数14 OL (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平9-88135

(22)出願日 平成9年(1997)4月7日

(71)出願人 000207551

大日本スクリーン製造株式会社

京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁  
目天神北町1番地の1

(72)発明者 木▲崎▼ 幸治

滋賀県彦根市高宮町480番地の1 大日本  
スクリーン製造株式会社彦根地区事業所内

(72)発明者 谷口 由雄

滋賀県彦根市高宮町480番地の1 大日本  
スクリーン製造株式会社彦根地区事業所内

(72)発明者 木瀬 一夫

滋賀県彦根市高宮町480番地の1 大日本  
スクリーン製造株式会社彦根地区事業所内

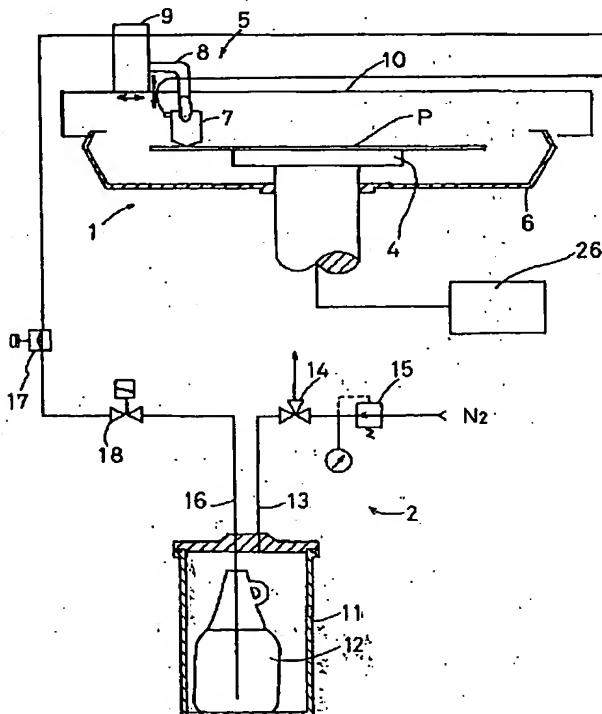
(74)代理人 弁理士 小野 由己男 (外1名)

(54)【発明の名称】 塗布装置

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 基板表面に均一に塗布液を供給しつつ、塗布液の消費量を従来の装置に比較してさらに抑える。

【解決手段】 この塗布装置は、基板を回転させて基板表面に塗布液を塗布するための装置であって、ノズル部7と、移動手段と、間欠領域塗布手段と、モータ機構26とを備えている。ノズル部7は基板の第1の方向に長い領域に所定の間隔をあけて又は連続的に塗布液を吐出可能である。移動手段はノズル部7を基板表面に対して第1の方向と交差する第2の方向に相対移動させる。間欠領域塗布手段はノズル部7を基板表面に対して移動させながら基板の回転中心を含む間欠領域に塗布液を塗布する。モータ機構26は基板を回転させて間欠領域に塗布された塗布液を基板表面全体に拡散させる。



(2)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】基板を回転させて基板表面に塗布液を塗布するための塗布装置であって、第1の方向に長い領域に所定の間隔をあけて又は連続的に塗布液を吐出可能な塗布液供給手段と、前記塗布液供給手段を前記基板表面に対して前記第1の方向と交差する第2の方向に相対移動させる移動手段と、前記塗布液供給手段を前記基板表面に対して相対移動させながら前記基板の回転中心を含む間欠領域に塗布液を塗布する間欠領域塗布手段と、間欠領域に塗布液が塗布された前記基板を回転させて前記間欠領域に塗布された塗布液を前記基板の表面全体に拡散させる回転手段と、を備えた塗布装置。

【請求項2】前記塗布液供給手段は、前記第1の方向に長い連続する領域に塗布液を供給するものであり、前記間欠領域塗布手段は、前記塗布液供給手段の移動中に前記塗布液の吐出及び停止を繰り返して、前記第1の方向に長い塗布領域を前記第2の方向に間欠的に形成する、請求項1に記載の塗布装置。

【請求項3】前記塗布液供給手段は、前記第1の方向に長い連続するスリット状開口を有するノズルを有している、請求項2に記載の塗布装置。

【請求項4】前記塗布液供給手段は、前記第1の方向に沿って近接して配置された多数の小孔を有するノズルを有している、請求項2に記載の塗布装置。

【請求項5】前記塗布液供給手段は、前記第1の方向に沿った長い領域に所定の間隔をあけて塗布液を供給するものであり、前記間欠領域塗布手段は、前記塗布液供給手段の移動中に前記塗布液を連続的に供給して前記第2の方向に長い塗布領域を前記第1の方向に間欠的に形成する、請求項1に記載の塗布装置。

【請求項6】前記塗布液供給手段は、前記第1の方向に沿った長い領域に所定の間隔をあけて塗布液を供給するものであり、前記間欠領域塗布手段は、前記塗布液供給手段の移動中に前記塗布液の吐出及び停止を繰り返して、前記第1及び第2の両方向に間欠的な塗布領域を形成する、請求項1に記載の塗布装置。

【請求項7】前記塗布液供給手段は、前記第1の方向に間欠的に形成された複数のスリット状開口を有するノズルを有している、請求項5又は6に記載の塗布装置。

【請求項8】前記塗布液供給手段は、前記第1の方向に並べて配置されそれぞれ所定の長さのスリット状開口を有する複数のノズルを有している、請求項5又は6に記載の塗布装置。

【請求項9】前記塗布液供給手段は、前記複数のノズルからの塗布液吐出量をそれぞれ制御するための吐出量制御手段をさらに有している、請求項8に記載の塗布装置。

2

【請求項10】前記間欠領域塗布手段は、前記基板表面の同心の複数の環状間欠領域に塗布液を塗布する、請求項1に記載の塗布装置。

【請求項11】前記移動手段は前記塗布液供給手段を前記基板表面に対して前記第1の方向及び前記第2の方向に相対移動させるものである、請求項1に記載の塗布装置。

【請求項12】前記塗布液供給手段は、それぞれ前記第10の方向に間欠的に形成された複数のスリット状開口を有し前記第2の方向に並べて配置された第1ノズル及び第2ノズルを有し、

前記間欠領域塗布手段は、前記第1ノズルによって前記基板の第2の方向に長い塗布領域を前記基板の第1の方向に間欠的に形成した後、前記基板を90°回転させて前記第2ノズルによって前記基板の第1の方向に長い塗布領域を前記基板の第2の方向に間欠的に形成する、請求項1に記載の塗布装置。

【請求項13】前記塗布液供給手段は前記回転手段に対向可能なように配置されている、請求項1から12のいずれかに記載の塗布装置。

【請求項14】前記塗布液供給手段に対向可能で前記基板を保持する第1基板保持部と、前記間欠領域塗布手段によって塗布液が塗布された基板を保持して回転させる第2基板保持部と、を備えている請求項1から12のいずれかに記載の塗布装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、塗布装置、特に、基板の表面にフォトレジスト等の塗布液を塗布する塗布装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】基板表面に塗布液を塗布する装置として、特開平4-61955号公報や特開平1-135565号公報に示されたスピンコーダが知られている。このスピンコーダでは、回転可能なスピンチャック上に基板が保持され、基板の中央部にノズルから処理液が滴下される。その後、基板をスピンチャックとともに回転させて基板表面中央部の塗布液を遠心力によって基板表面全体に拡散させるとともに、基板上の塗布液の膜が所望の厚みとなるように余剰の塗布液を基板外へ振り切る。これにより、基板表面全体に塗布液が塗布される。なお、遠心力によって基板中央が振り切られた塗布液は周囲に飛散し、塗布処理終了後に回収される。

【0003】このような従来のスピンコーダでは、基板周囲に塗布液が飛散するので、基板表面に膜を形成するのに必要な塗布液の量よりも多めに塗布液を供給しなければならない。その結果、塗布液の消費量が多くなる。そこで特開平7-284715号公報に示されるように、スリットノズル等で基板表面を走査することによつ

(3)

3

て基板表面の全域よりもやや小さい所定の範囲に比較的薄く塗布液を供給しておき、その後、この基板を回転させ、前記塗布液を基板表面全体に拡散させる技術も提供されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】前記のような技術によれば、予め比較的広い領域に塗布液を供給しているので、基板の回転で塗布液を基板面に塗り広げる必要がなく、そのため塗布液の供給を薄く少なくすることができ、塗布液の消費を抑えることができる。しかし、このような技術によっても、遠心力によって基板周囲に飛散する塗布液の量は少なくなく、さらなる消費量の低減が求められている。

【0005】本発明の課題は、基板表面に均一に塗布液を供給しつつ、塗布液の消費量を従来の装置に比較してさらに抑えることにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の塗布装置は、基板を回転させて基板表面に塗布液を塗布するための塗布装置であって、塗布液供給手段と、移動手段と、間欠領域塗布手段と、回転手段とを備えている。塗布液供給手段は第1の方向に長い領域に所定の間隔をあけて又は連続的に塗布液を吐出可能な手段である。移動手段は塗布液供給手段を基板表面に対して第1の方向と交差する第2の方向に相対移動させる手段である。間欠領域塗布手段は塗布液供給手段を基板表面に対して相対移動させながら基板の回転中心を含む間欠領域に塗布液を塗布する手段である。回転手段は間欠領域に塗布液が塗布された基板を回転させて間欠領域に塗布された塗布液を基板の表面全体に拡散させる手段である。

【0007】この装置では、塗布液供給手段によって、基板表面における第1の方向に長い領域に所定の間隔をあけて又は連続的に塗布液が供給される。そして、この塗布液供給手段を第1の方向と交差する第2の方向に基板に対して相対移動させる。このとき、第1の方向に間隔をあけて塗布液が供給される場合は、相対移動の際に連続的に塗布液を供給することにより、第2の方向に長い塗布領域が第1の方向に間欠的に形成される。また、第1の方向に連続的に塗布液が供給される場合は、相対移動の際に間欠的に塗布液を供給することにより、第1の方向に長い塗布領域が第2の方向に間欠的に形成される。なお、いずれの場合も、回転手段で基板を回転させる際における基板の回転中心には塗布液が供給されるようとする。

【0008】このようにして間欠領域に塗布液が塗布された基板を回転させ、基板表面全体に均一に塗布液を拡散させる。ここでは、間欠領域に塗布液を供給するので、基板表面の全域よりもやや小さい範囲全部に塗布液を供給する前記公報に記載の場合に比較して、塗布液の消費量をさらに少なくすることが可能である。また、基

(3)

4

板上に供給された塗布液は、基板の回転により基板上の未供給の領域へも塗り広げられ、むらなく塗布される。

【0009】請求項2に記載の塗布装置は、請求項1の装置において、塗布液供給手段は第1の方向に長い連続する領域に塗布液を供給するものである。また、間欠領域塗布手段は、塗布液供給手段の移動中に塗布液の吐出及び停止を繰り返して、第1の方向に長い塗布領域を第2の方向に間欠的に形成するものである。この場合も前記同様に、基板表面の全域よりも小さい範囲全部に塗布液を供給する場合に比較して、塗布液を消費量をさらに少なくすることが可能である。

【0010】請求項3に記載の塗布装置は、請求項2の装置において、塗布液供給手段は、第1の方向に長い連続するスリット状開口を有するノズルを有している。この場合は、連続するスリット状開口を有するノズルにより塗布液を供給するので、第1の方向における塗布液の供給量のバラツキを少なくでき、基板表面により均一に塗布液を供給できる。

【0011】請求項4に記載の塗布装置は、請求項2の装置において、塗布液供給手段は、第1の方向に沿って近接して配置された多数の小孔を有するノズルを有している。この場合は、連続するスリット状開口に比較して塗布液の消費量をより抑えることができる。

【0012】請求項5に記載の塗布装置は、請求項1の装置において、塗布液供給手段は、第1の方向に沿った長い領域に所定の間隔をあけて塗布液を供給するものである。また、間欠領域塗布手段は、塗布液供給手段の移動中に塗布液を連続的に供給して第2の方向に長い塗布領域を第1の方向に間欠的に形成するものである。この場合は、請求項2の場合と逆方向の間欠領域に塗布液が塗布されることになるが、同様に、塗布液の消費量を抑えることができる。

【0013】請求項6に記載の塗布装置は、請求項1の装置において、塗布液供給手段は、第1の方向に沿った長い領域に所定の間隔をあけて塗布液を供給するものであり、間欠領域塗布手段は、塗布液供給手段の移動中に塗布液の吐出及び停止を繰り返して、第1及び第2の両方向に間欠的な塗布領域を形成する。この場合は、第1及び第2の両方向に間欠的に塗布領域が形成されるので、基板の表面により均一に塗布できるとともに、塗布液の消費量をより抑えることができる。

【0014】請求項7に記載の塗布装置は、請求項5又は6の装置において、塗布液供給手段は、第1の方向に間欠的に形成された複数のスリット状開口を有するノズルを有している。この場合は、1つのノズルに複数のスリット状開口が設けられているので、容易に間隔をあけて塗布液を供給できるとともに、各開口からの供給量を容易に均一にできる。

【0015】請求項8に記載の塗布装置は、請求項5又は6の装置において、塗布液供給手段は、第1の方向に

(4)

5

並べて配置されそれぞれ所定の長さのスリット状開口を有する複数のノズルを有している。この場合は、各ノズルの開口の形状等を調整することにより、例えば中心付近の供給量を周辺部分に比較して多くする等の、第1の方向の塗布液の供給量を容易に制御できる。

【0016】請求項9に記載の塗布装置は、請求項8の装置において、塗布液供給手段は、複数のノズルからの塗布液吐出量をそれぞれ制御するための吐出量制御手段をさらに有している。この場合は、各ノズルの開口の形状等が同じであっても、供給量を制御できる。

【0017】請求項10に記載の塗布装置は、請求項1の装置において、間欠領域塗布手段は、基板表面の同心の複数の環状間欠領域に塗布液を塗布するものである。この場合は、後行程で基板を回転させて塗布液を拡散させる場合に、より容易に塗布液を均一に拡散させることができる。請求項11に記載の塗布装置は、請求項1の装置において、移動手段は塗布液供給手段を基板表面に對して第1の方向及び第2の方向に相対移動させるものである。

【0018】この場合は、塗布液供給手段を基板に対して相対移動させ、描画するように塗布領域を形成できる。したがって、同心の複数の環状間欠領域に塗布液を塗布すること等が自在に行える。請求項12に記載の塗布装置は、請求項1の装置において、塗布液供給手段は、それぞれ第1の方向に間欠的に形成された複数のスリット状開口を有し第2の方向に並べて配置された第1ノズル及び第2ノズルを有している。そして、間欠領域塗布手段は、第1ノズルによって基板の第2の方向に長い塗布領域を基板の第1の方向に間欠的に形成した後、基板を90°回転させて第2ノズルによって基板の第1の方向に長い塗布領域を基板の第2の方向に間欠的に形成する。

【0019】ここでは、第1ノズルの開口の長さと第2ノズルの開口の長さを調節でき、基板の塗布領域の幅を、縦と横とで変えることができる。請求項13に記載の塗布装置は、請求項1から12のいずれかの装置において、塗布液供給手段は回転手段に対向可能なように配置されている。この場合は、回転手段に基板を保持させて間欠領域に塗布液を塗布することができ、1ステージで間欠領域の塗布及び回転による拡散が行えるので、装置全体のスペースが小さくなる。

【0020】請求項14に記載の塗布装置は、請求項1から12のいずれかの装置において、塗布液供給手段に對向可能で基板を保持する第1基板保持部と、間欠領域塗布手段によって塗布液が塗布された基板を保持して回転させる第2基板保持部とを備えている。この場合は、間欠領域の塗布と回転による拡散とがそれぞれ別の場所で行われる。すなわち、2ステージによって基板への塗布が行われることとなる。このため、1ステージにおける処理時間が短くなり、全体のスループットが向上す

6

る。

【0021】

【実施の形態】

【第1実施形態】図1において、本発明の第1実施形態が採用された塗布装置は、処理部1と、レジスト液圧送部2と、モータ機構26とを主に備えている。この塗布装置では、図2に示すような矩形のガラス基板Pに対してフォトレジスト(以下、単にレジスト液と記す)が塗布され、コーティング処理が行われる。

【0022】処理部1は、基板Pを真空吸着し水平に保持し得る基板保持部4と、基板保持部4に保持された基板Pに対してレジスト液を供給するレジスト液供給部5とを備えている。基板保持部4は、回転自在であり、モータ機構26によって水平回転させられるようになっている。基板保持部4の周囲には、回転時のレジスト液の飛散を防止するためのカップ6が配置されている。

【0023】レジスト液供給部5は、図2及び図3に示すように、基板Pの上面に沿って基板Pの短辺方向(図1の奥行き方向；第1の方向)に延びるノズル部7を有している。ノズル部7は、図4に示すように断面が倒立家型の部材である。ノズル部7の底面は、基板Pの長手方向両端から中央に向かって低くなるように傾斜している。また、ノズル部7は基板Pの短辺長さよりも短い長さのスリット(開口)20を有しており、ノズル支持アーム8の下端に固定されている。ノズル支持アーム8の上端部は、移動フレーム9に上下移動可能に支持されている。移動フレーム9は、移動ガイド10に移動可能に支持されている。移動ガイド10は、基板Pの長手方向(図1の左右方向；第2の方向)に沿って延びている。

【0024】図4に示すように、ノズル部7内部において、スリット20の途中にはスリット20よりも幅の広い液溜め31が形成されている。この液溜め31は、レジスト液供給配管16(後述)から供給されたレジスト液をノズル部7の長手方向(図4の奥行き方向)に均一に拡散させるためのものである。レジスト液圧送部2は、図1に示すように、レジスト液を貯溜したガラス瓶12を収納し、かつ内部が密に封止された加圧タンク11を有している。加圧タンク11の上部には、図示しない窒素ガス源から加圧された窒素ガスが供給される加圧配管13が開口している。加圧配管13の途中には、給排用三方弁14及びレギュレータ15が加圧タンク11側からこの順に配置されている。なお、三方弁14は、窒素ガスを加圧タンク11に供給するがまたは他に排気するかを選択できる。レジスト液供給配管16は、その一端がガラス瓶12の底面近傍に達しており、他端がノズル部7に接続されている。レジスト液供給配管16の途中には、レジスト液供給弁18及びサックバックバルブ17がガラス瓶12側からこの順で配置されている。

【0025】さらに、この塗布装置は、図5に示すよう

(5)

7

に、マイクロコンピュータからなる制御部23を備えている。制御部23には、基板保持部4、ノズル支持アーム8及び移動フレーム9の駆動部、給排用三方弁14、レジスト液供給弁18、サックバックバルブ17及びモータ機構26が接続されている。さらに、制御部23には、ノズル支持アーム8や移動フレーム9の位置の検出を行うセンサ等の各種センサ(図示せず)、及びその他の入出力装置が接続されている。

【0026】塗布装置の動作を、図6及び図7に示す制御フローチャートにしたがって説明する。ステップS1では、塗布装置全体の初期設定を行う。次に、ステップS2に移行し、図示しない搬送機構が基板Pを塗布装置に搬入するのを待つ。基板Pが搬入されると、ステップS3に移行し、基板保持部4により基板Pを真空吸着する。

【0027】続いて、ステップS4でコーティング処理を行う。コーティング処理では、図7に示すように、始めにステップS10でノズル部7をスタート位置に移動させる。ここでは、ノズル部7が図8に示す点線位置(すなわち基板Pの左端から基板P側に所定距離進入した位置)に配置される。このとき、ノズル部7の底面が基板Pから所定の隙間をあけて配置される。ステップS11では、ノズル部7を基板Pの長手方向に水平移動させる。そして、ステップS12において、ノズル部7を移動させながら、スリット20からのレジスト液の吐出及び停止を所定の周期で繰り返す。これにより、レジスト液は基板Pに対して間欠的に供給されることになる。レジスト液の吐出動作は、三方弁14を供給側に切り換えるさらにレジスト液供給弁18を開いて、ガラス瓶12からレジスト液をノズル部7に供給することで行う。また、このステップS12におけるレジスト液の吐出の停止は、レジスト液供給弁18を閉じることによって行う。なお、このステップS12においてレジスト液の供給を行う場合に、基板Pの長手方向の寸法、ノズル部7の移動速度、吐出・停止の繰り返し周期、及び吐出時間を考慮して、基板Pの回転中心(図8のO)には必ずレジスト液が供給されるように制御する。

【0028】このような処理を実行することによって、図8に示すように、基板Pの短辺方向に長い塗布領域C0が基板Pの長手方向に間欠的に形成される。すなわち、基板Pの回転中心Oを含む間欠領域にレジスト液が供給される。ステップS13では、ノズル部7が図8に矢印Mで示すように移動して基板Pの予め設定された塗布領域C0の右端に到達するのを待つ。ノズル部7が基板Pの右端に到達するとステップS14に移行し、三方弁14を排気側に切り換えるとともにレジスト液供給弁18を閉じてレジスト液の供給を完全に停止する。ステップS15では、ノズル部7の移動を停止させる。そしてステップS16で、図3に示すように、ノズル部7を基板Pの右端斜め上方の退避位置に退避させる。

8

【0029】次に、ステップS17においてモータ機構26を駆動し、図3に示す状態で基板保持部4を所定の回転速度で回転させる。ステップS18では所定の回転処理時間が経過するのを待つ。この間、基板Pの間欠領域に供給されたレジスト液は遠心力によって外周方向に移動し、その結果基板Pの表面全域にレジスト液が行き渡り、間欠領域以外の領域にもレジスト液が拡散される。次にステップS18からステップS19に移行し、モータ機構26の回転を停止して図6のメインルーチンに戻る。

【0030】図6のステップS5では、基板保持部4による基板Pの吸着を解除する。ステップS6では、図示しない搬送機構が基板Pを次の処理のために排出するのを待つ。基板Pが搬出されれば、ステップS2に戻り、次の基板Pが搬入されるのを待つ。なお、本実施形態において、サックバックバルブ17によるレジスト液の引き戻し動作は、ステップS12における周期的な吐出の停止毎に行ってよいし、ステップS12では行わずにステップS14での吐出停止時にのみ行うようにしてもよい。

#### 【0031】[変形例]

(a) 図7のステップS12におけるレジスト液の吐出・停止の繰り返し周期を、基板Pの位置によって変えてよい。図9に示す例では、基板Pの中央部における塗布領域C0の幅を、周辺部に比較して大きくしている。すなわち、中央部分に比較的多量のレジスト液を供給しても、遠心力によって基板外部に飛散する量が少ない。しかし、周辺部分に供給されたレジスト液は基板の外部に飛散しやすい。そこで、この図9に示す例では、レジスト液の供給量を、中央部は多く、周辺部に行くほど少なくしている。したがって、各塗布領域の幅は、塗布領域C0 > 塗布領域C1 > 塗布領域C2 > 塗布領域C3となっている。

【0032】このような例では、レジスト液をより効率的に基板P全体に塗布することができ、レジスト液の消費量をより抑えることができる。

(b) 前記例では、ノズル部7に、基板の短辺方向に延びるスリット20を形成したが、図10-(a)に示すように、スリットに代えて、基板の短辺方向に沿って近接して配置された複数の小孔41を有するノズル部40を用いてよい。また、図10-(b)に示すように、基板の短辺方向中央部にスリット20を、その両側に複数の小孔41を有するノズル部40としてもよい。なお、図10-(a)、(b)は、ノズル部40を底面から見た図であり、矢印Mはノズル部41の移動方向を示している。

【0033】[第2実施形態]図11に本発明の第2実施形態による塗布装置に適用されるノズル部50を示す。この例では、ノズル部50はその延びる方向(基板の短辺方向)に沿って複数のスリット51を有してい

(6)

9

る。ここでは、各スリット51の長さはいずれも同じである。

【0034】このようなノズル部50を用いてレジスト液を供給することにより、図12に示すように、基板Pの長手方向に長い塗布領域Cを短辺方向に間欠的に形成することができる。図11及び12における矢印Mはノズル部50の移動方向を示している。なお、このようなノズル部50を用いる場合は、先の例における図7のステップS'1'2において、レジスト液を連続して吐出す。他の処理は先の例と同じである。もちろん、この例においても、基板Pの回転中心Oにはレジスト液が必ず供給されるようにスリット51を配置する。

【0035】〔変形例〕

(a) この第2実施形態の変形例として、ノズル部50の各スリットの長さを変えて、前述のように、中央部の塗布領域の幅が周辺部の塗布領域の幅に比較して大きくなるようにしてもよい。

(b) 図12に示すような間欠領域にレジスト液を塗布する場合、図13(a)に示すように、それぞれが前述のようなスリット51を有する複数のノズル部60a, 60b, 60c, 60d, 60eを、基板の短辺方向に並べて配置してもよい。この場合、中央部のノズル部60cにレジスト液供給弁61を連結し、中間部の1対のノズル部60b, 60dにレジスト液供給弁62を連結し、最も外側の1対のノズル部60a, 60eにレジスト液供給弁63を連結して、各ノズル部60a～60eに供給するレジスト液の量を個別に制御できるようにするが望ましい。

【0036】もちろん、各ノズル部のそれぞれにレジスト液供給弁を連結して、すべてのノズル部に対するレジスト液供給量を個別に制御できるようにしてもよい。

(c) 図13(b)に示すように、中央部にスリット51を有するノズル部60fと、両端側に複数の小孔41を有するノズル部60gとを組み合わせて用いてよい。

【0037】(d) この第2実施形態のノズル部50, 60を用いて、第1実施形態と同様にレジスト液の吐出及び停止を周期的に繰り返すことによって、第1の方向と第2の方向の両方向に間欠的な塗布領域を形成することができる。また、ノズル部60f, 60gを用いて、その両方又はいずれか一方を、吐出及び停止を周期的に繰り返すようにしてもよい。

【0038】〔第3実施形態〕前記第1及び第2実施形態では、一方向の長い塗布領域を他方向に間欠的に形成

したが、この実施形態では、同心の環状領域を間欠的に形成している。この場合のノズル部の構成を図14に示す。この図に示されたノズル部70は、基板Pの回転中心Oを中心に回転自在となっており、半径方向に長く延びている。そして、その底部には複数のスリット71a, 71b, 71c, 71dがノズル部70の延びる方

(6)

10

向に沿って配置されている。スリット71aは回転中心Oを含むように配置されており、また、各スリットの長さは、周辺部にいくに従って短くなっている。すなわち、スリットの長さは、スリット71a > スリット71b > スリット71c > スリット71dとなっている。なお、ノズル部70は、基板Pの搬送等に妨げとならないように、基板Pの上方から退避した位置と、図14に示す位置とを取り得るように移動自在である。

【0039】このようなノズル部70を回転させて得られる間欠塗布領域を図15に示す。塗布領域C0はスリット71aによって、塗布領域C1はスリット71bによって、塗布領域C2はスリット71cによって、塗布領域C3はスリット71dによってレジスト液が供給されて形成されたものである。なお、領域C3を形成するスリット71dは基板の長辺部分で基板の表面上から外れてしまうが、その間はスリット71dからのレジスト液の供給のみ停止できるように弁等を設けることが望ましい。

【0040】このような実施形態では、複数の環状の塗布領域が同心に形成されるので、回転によって各塗布領域のレジスト液が拡散しやすく、少ないレジスト液でより均一に塗布を行うことができる。

〔変形例〕

(a) 図16に示すように、2つのノズル部75, 76を用いて複数の環状の塗布領域を同心に形成することもできる。この例では、第1ノズル部75は、基板Pの短辺方向に延びるように形成されており、基板P上方で基板Pの長手方向に移動可能である。また、第2ノズル部76は、基板Pの長手方向に延びるように形成されており、基板P上方で基板Pの短辺方向に移動可能である。そして、第1ノズル部75は基板Pの短辺方向に沿って配置された複数のスリット75a～75cを有している。中央部のスリット75aは最も長さが長く、それに隣接する中間部の1対のスリット75bはこれに次いで長く、最も周辺部の1対のスリット75cは最も短くなっている。すなわち、各スリットの長さは、スリット75a > 1対のスリット75b > 1対のスリット75cの順序でなっている。

【0041】(b) また、第2ノズル部76は基板Pの長手方向に沿って配置されたそれぞれ1対のスリット76a, 76b, 76cを有しており、中央側のスリット76bの長さは第1ノズル部75のスリット75bの長さと同じで、外側のスリット76cの長さは第1ノズル部75のスリット75cの長さと同じになっている。

【0042】(c) そして、各スリットには、個別にレジスト液供給弁(図示せず)が連結されており、それぞれのスリットからのレジスト液の供給タイミングを制御できるようになっている。このようなノズル部によって環状の塗布領域を形成する場合は、まず図17(a)に示すように、第1ノズル部75を基板Pの長手方向に移動させ

(7)

11

ながら各スリットからのレジスト液の供給タイミングを制御して、基板の長手方向に長い塗布領域を短辺方向に間欠的に形成する。この場合、最も外側の塗布領域を最も長く、中間部の塗布領域をその次に長く、中央部の塗布領域を最も短くする。次に、図17(b)に示すように、第2ノズル部7.6を基板Pの短辺方向に移動させながら各スリットからのレジスト液の供給タイミングを制御して、基板Pの短辺方向に長い塗布領域を基板Pの長手方向に間欠的に形成する。これらの塗布領域によって、中央部の塗布領域C0と、中間部の環状の塗布領域C1と、外周部の環状の塗布領域C2とが同心に形成される。そして、各塗布領域は、外側にいくに従ってその幅が狭くなっている。

【0042】(b) 図17(b)に示すような環状の間欠塗布領域は、1つのノズル部によっても形成できる。すなわち、まず、図18(a)に示すように、ノズル部7.5を基板Pの長手方向に移動させながら各スリット7.5a~7.5cからのレジスト液の供給タイミングを制御して、基板Pの長手方向に長い塗布領域を基板Pの短辺方向に間欠的に形成する。次に、基板Pを90°回転する。この状態を図18(b)に示している。次に、先とは逆方向にノズル部7.5を移動させながらレジスト液の供給タイミングを制御して、先に形成された塗布領域を連結するように塗布領域を形成する。

【0043】これにより、図17の例とほぼ同様の複数の環状の塗布領域を同心に形成できる。

(c) また、図19に示すように、基板上方でX、Y方向に移動可能でかつ所定の幅のスリット8.1を有するノズル部8.0を用いて、複数の環状の塗布領域を同心に形成することもできる。すなわち、ノズル部8.0を図の矢印に沿って描画するように移動させることにより、基板の回転中心Oを含む塗布領域C0と、その周囲の塗布領域C1と、外周部の塗布領域C2とを、同心に形成することができる。

【0044】(d) また、第2実施形態における図11に示したノズル部5.0を、基板Pの回転中心Oの上方を通る位置に停止させて設け、ノズル部5.0から液を吐出しつつ基板Pを180°回転させることによっても、塗布領域を同心に形成することができる。さらに、図11に示したノズル部5.0を半分の長さのものとし、基板Pの回転中心Oの上方を通る位置に停止させ、基板Pを360°回転させることによっても塗布領域を同心に形成できる。

【0045】【第4実施形態】図20に第4実施形態を示す。この例では、基板Pの長手方向に並ぶ2つのノズル部8.3、8.4を有している。第1ノズル部8.3は基板Pの短辺方向に沿って2つのスリット8.3a、8.3bを有しており、第2ノズル部8.4は基板Pの短辺方向に沿って3つのスリット8.4a、8.4b、8.4cを有している。スリット8.3aとスリット8.4aとは基板の長手方

(7)

12

向において一部が重なるがずれて配置されている。また、スリット8.3bとスリット8.4cとの関係も同様である。また、スリット8.4bは基板Pの短辺方向の中央部に形成されている。そして、各スリットの幅(長さ)寸法は、以下のようにになっている。

【0046】スリット8.4b>スリット8.4a=8.4c  
>スリット8.3a=8.3b

このような実施形態では、まず第1及び第2ノズル部8.3、8.4を基板の長手方向(図20の矢印M方向)に移動させながら、第1ノズル部8.3のみを用いて基板Pの長手方向に長い塗布領域を基板Pの短辺方向に間欠的に形成する。次に、基板Pを90°回転させ、前記両ノズル部8.3、8.4を先とは逆方向(図21の矢印方向)に移動させながら第2ノズル部8.4のみを用いて基板の短辺方向に長い塗布領域を基板Pの長手方向に間欠的に形成する。

【0047】このようにして形成される間欠塗布領域を図21に示す。図において、実線で示す領域は第1ノズル部8.3によって形成された塗布領域であり、一点鎖線で示す領域は第2ノズル部8.4によって形成されるべき塗布領域である。この場合は、基板Pにおける長手方向の塗布領域と短辺方向の塗布領域の幅や位置をノズル部のスリットを変えることによって個別に制御することができる。

【0048】【第5実施形態】前記各実施形態では、基板Pにレジスト液を塗布する工程と基板Pを回転させてレジスト液を拡散させる工程とを1つのステージで行うようにしたが、これらを別々のステージで行うようにしてもよい。この例を図22に示す。図に示す装置は、塗布処理ステージ8.5と、回転拡散ステージ8.6とを有している。そして、これらの各ステージ間で基板を搬送するための搬送ロボット(図示せず)が設けられている。

【0049】塗布処理ステージ8.5は、例えば前記第1実施形態で示したようなノズル部7と、基板保持装置9.0とを有している。ここで基板保持装置9.0は回転しない。ノズル部7は、基板保持装置9.0の表面に沿って図の矢印方向に移動可能である。またこのノズル部7には、前述したような、レジスト液をノズル部7に供給するための各装置が連結されている。

【0050】また、回転拡散ステージ8.6は、基板を保持して回転可能な基板回転装置9.1を有している。この基板回転装置9.1は、図示しないモータ等の回転機構によって回転させられるようになっている。このような装置では、塗布処理ステージ8.5において、前述したような間欠領域にレジスト液が塗布される。そして、この間欠領域にレジスト液が塗布された基板が回転拡散ステージ8.6に搬送され、このステージにおいて基板が回転されて、間欠領域に塗布されたレジスト液が基板表面の全體に拡散される。

【0051】ここでは、1つのステージで塗布及び回転

(8)

13

を行う場合に比較して、各ステージでの処理時間が短くなる。したがって、装置のスループットが向上し、全体の処理時間が短縮される。

【0052】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、従来の装置に比較して塗布液の消費量を抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態による塗布装置のブロック模式図。

【図2】塗布処理時のノズル部の部分斜視図。

【図3】塗布処理時の一状態を示す概略正面図。

【図4】図2のIV-IV断面図。

【図5】塗布装置の制御構成を示すブロック模式図。

【図6】塗布装置の制御フローチャート。

【図7】塗布装置の制御フローチャート。

【図8】塗布処理時の一状態を示す平面図。

【図9】第1実施形態の変形例による塗布状態を示す基板の平面図。

【図10】本発明の第1実施形態の他の変形例によるノズル部の底面図。

【図11】本発明の第2実施形態によるノズル部の底面図。

【図12】前記第2実施形態による塗布状態を示す基板の平面図。

【図13】前記第2実施形態の変形例によるノズル部の模式図。

【図14】本発明の第3実施形態によるノズル部の平面図。

(8)

14

【図15】前記第3実施形態による塗布状態を示す基板の平面図。

【図16】前記第3実施形態の変形例によるノズル部の平面図。

【図17】前記第3実施形態の変形例による塗布状態を示す基板の平面図。

【図18】前記第3実施形態の別の変形例によるノズル部及び塗布状態を示す平面図。

【図19】前記第3実施形態のさらに別の変形例によるノズル部及び塗布状態を示す平面図。

【図20】本発明の第4実施形態によるノズル部及び基板の平面図。

【図21】前記第4実施形態による塗布状態の平面図。

【図22】本発明の第5実施形態による塗布装置の正面模式図。

【符号の説明】

1 処理部

4 基板保持部

5 レジスト液供給部

20 7, 40, 50, 60a~60e, 70, 75, 76, 80, 83, 84 ノズル部

18, 61, 62, 63 レジスト液供給弁

20, 51, 71a~71d, 75a~75c, 76

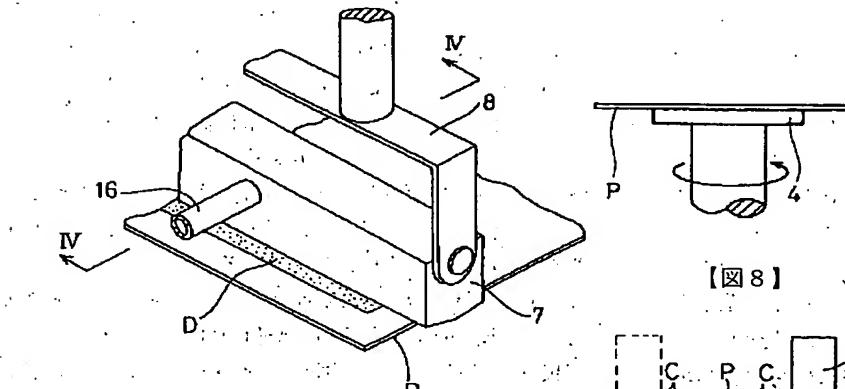
b, 76c, 80a, 83a, 83b, 84a~84c  
スリット

23 制御部

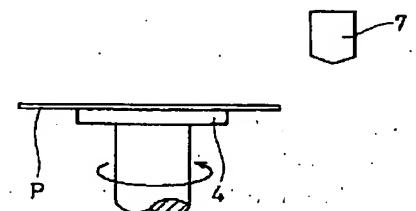
90 基板保持装置

91 基板回転装置

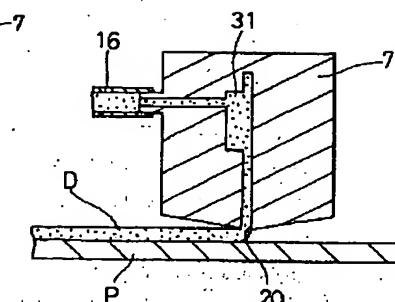
【図2】



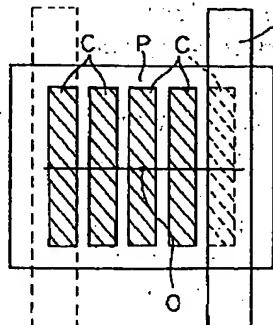
【図3】



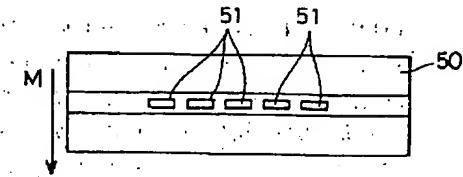
【図4】



【図8】

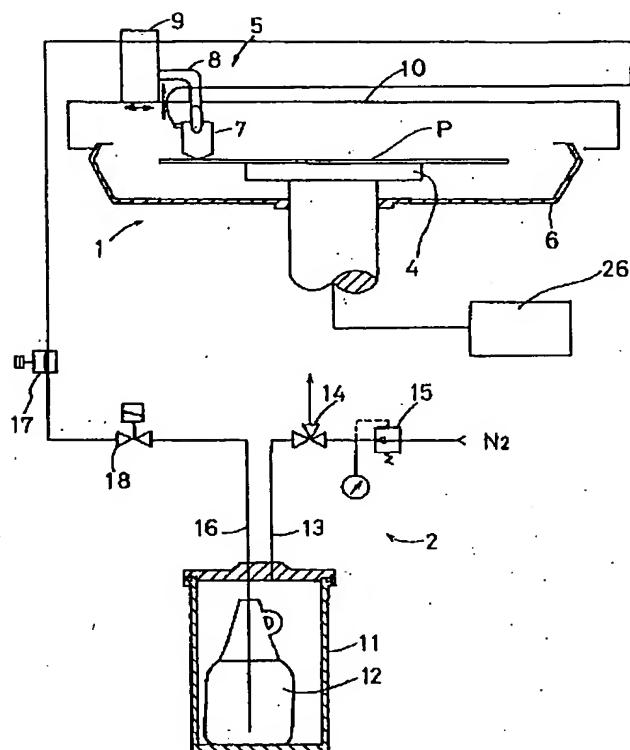


【図11】

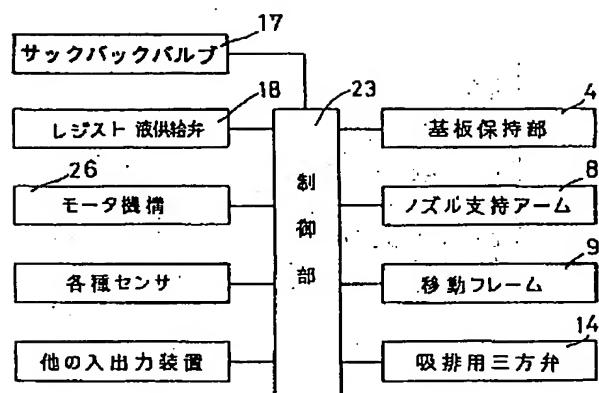


(9)

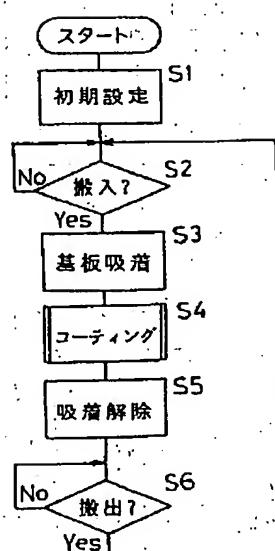
[図 1]



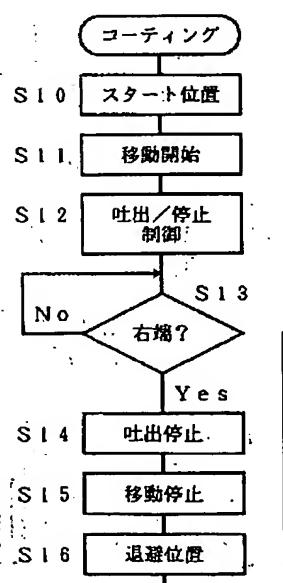
[図 5]



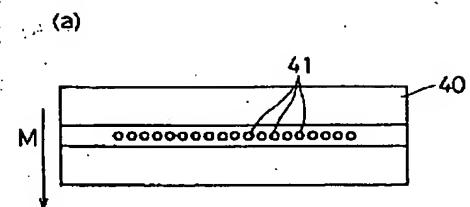
[图 6]



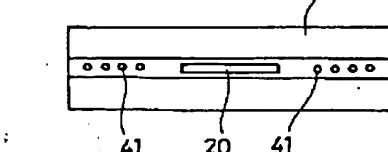
[図 7]



[図10]

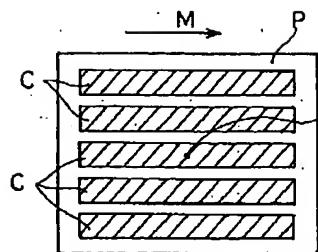


(b)



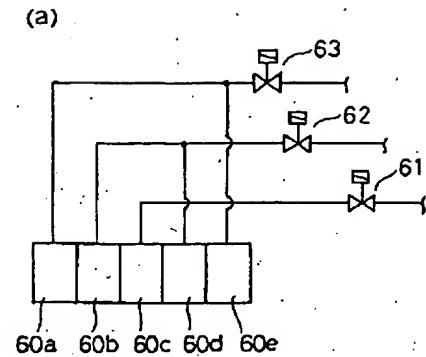
(10)

【図12】

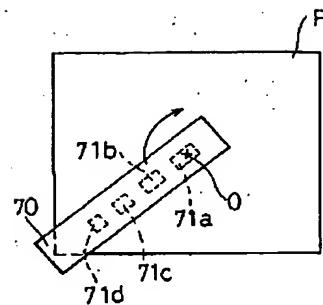


[図15]

[図13]



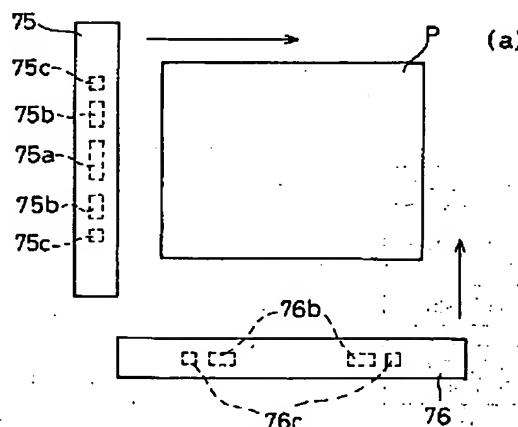
【図14】



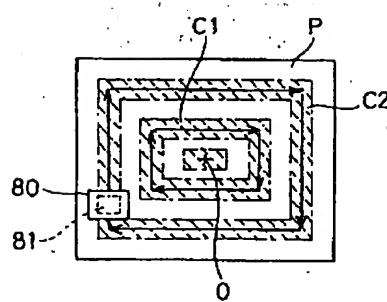
The diagram shows a cross-section of a cylindrical object with three distinct concentric layers. The innermost layer is a small circular hole. The middle layer is shaded with diagonal lines, and the outermost layer is shaded with horizontal lines. A label 'P' is positioned at the top right, pointing to the outer boundary of the structure. Another label 'CO' is at the bottom right, pointing to the outer boundary of the middle-shaded layer.

【図16】

[図17]

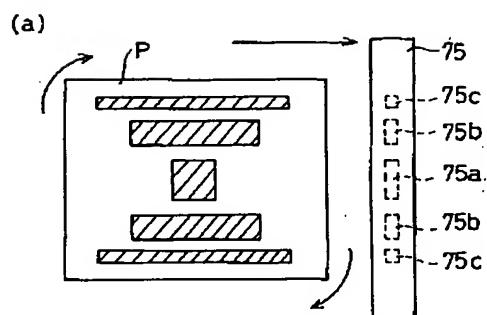


[図 1.9]

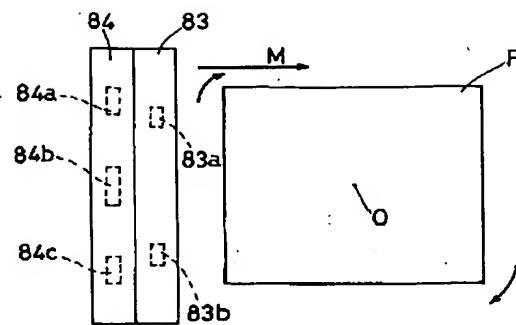


(11)

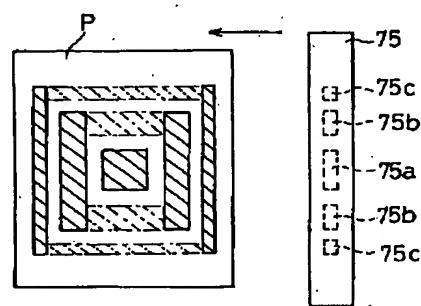
【図18】



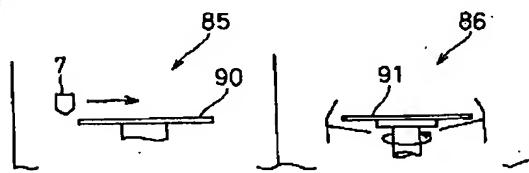
【図20】



(b)



【図22】



【図21】

